

A MÁGICA DOS POLÍMEROS

ATÉ ONDE VAI A EFICIÊNCIA DAS ARGAMASSAS POLIMERIZADAS UTILIZADAS NOS SERVIÇOS DE RECUPERAÇÃO? COMO SE PROCESSA A INCLUSÃO DOS POLÍMEROS NA COMPLEXA MATRIZ CIMENTÍCIA? FAÇA UMA ANÁLISE CRÍTICA E DECISIVA A PARTIR DE AGORA.

ANÁLISE

Michelle
Batista

O uso de polímeros no importante segmento da arte de recuperar não é novo. Aliás, sua utilização é muito antiga. Há farta comprovação do emprego de polímeros naturais orgânicos e inorgânicos anteriores à época de Cristo. Naquele tempo, era comum o uso de argamassas à base de cal que, já se sabia, não tinha muita durabilidade. Muitos construtores e “recuperadores” daquele período histórico viram a necessidade de se acrescentar “alguma coisa a mais” em seus materiais de construção e recuperação. As escrituras

falam muito pouco a respeito. O pessoal técnico daquela época, com medo de perder seu trabalho e sua cabeça, também não era incentivado a explicar o empirismo de seus conhecimentos. A “coisa” foi passando de boca e boca e o tempo também, razão pela qual é escassa a informação do uso de polímeros naturais na arte de recuperar e construir. Um outro aspecto importante é que polímeros naturais não estavam presentes em todos os lugares do mundo antigo. Acrescenta-se o fato importante do primitivismo do transporte nas épocas remotas.

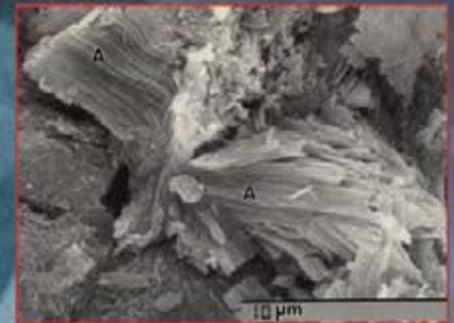


Figura 2 - Microfotografia eletrônica de varredura ilustrando o detalhe do crescimento dos cristais de silicatos em forma de agulha (A) em torno de uma partícula de agregado.

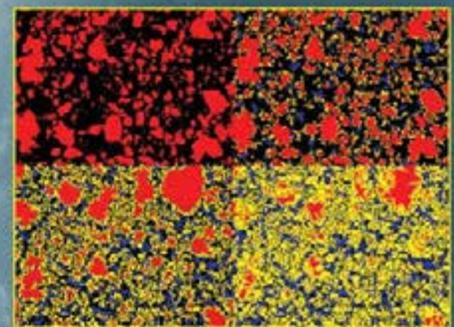


Figura 3 - Quatro estágios do processo de hidratação do cimento portland sem polímeros. Os graus de hidratação são: 0, acima a esquerda - 20% acima à direita - 50% abaixo à esquerda - 87% abaixo à direita. Vermelho, não houve ainda reação com o cimento. Amarelo, aparece o silicato de cálcio. Azul, aparece o hidróxido de cálcio Ca(OH)_2 . Preto são os poros.

Figura 1 - Microscopia eletrônica de varredura (MEV) feita numa amostra de concreto sem polímero. Os componentes do cimento portland, em contato com a água, reagem formando diferentes produtos devido a hidratação. De todos, o mais importante é o silicato de cálcio na forma de cristais fibrosos que se arranjam de forma desordenada.

GLOSSÁRIO

Polímeros – materiais com altíssima massa molecular, formados a partir de pequenas moléculas submetidas a ligações covalentes que permitem a ligação entre elas. Polímeros podem ser feitos com apenas um tipo ou com diversos tipos de moléculas. As propriedades dos polímeros, sejam borrachas, plásticos, fibras ou adesivos são baseadas em sua grande massa molecular, grande tamanho de moléculas e a ligação entre estas cadeias individuais em uma forma volumosa. Cadeia ou rede de unidades repetidas combinadas quimicamente, formadas a partir de monômeros pela polimerização.

Compósito – combinação de dois ou mais materiais, sem chance de se misturarem e que trabalham em conjunto. Os compósitos são formados por fibras unidas entre si por uma substância que funciona como cola e que recebe o nome genérico de matriz.

Continua na pág. 6

RECUPERAR • Julho / Agosto 2007

Designed for the urban wild.



TOP COAT CARBO FC

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 02

Com **TOP COAT CARBO FC** você está acessando o nano-age world. Superior a tudo que você aplicou como película de proteção. **TOP COAT CARBO FC** é o mais perfeito coating para enfrentar a carbonatação do concreto em estruturas urbanas.

<http://www.rogertec.com.br/topcoatcarbomfc.htm>

O látex aquoso como adesivo

O látex, efetivamente, é a bússula de toda argamassa, grout e concreto poliméricos. Sua atuação é tão profunda que o American Concrete Institute, através do ACI 503.5R-92, "Guia para seleção de adesivos poliméricos para argamassas e concretos", divide sua atuação em adesivos TIPO I, que não tem formulação específica e são preparados tanto à base de acetato de polivinila (PVA), como com copolímeros do acetato de vinila (VAC) seja na forma líquida como pó. Atenção, estes produtos, após secagem, tornam-se a emulsionar no contato com a água, sofrendo hidrólise. Os copolímeros mais usados do ace-

tato de vinila são o acrilato de butila e o etileno que, dependendo de sua quantidade, conferem alguma resistência à hidrólise no contato com a água.

Os adesivos TIPO II, tradicionalmente, são misturados ao cimento portland na proporção, em peso, de uma parte de látex para quatro partes de cimento. Utilizam-se os ésteres poliacrílicos (PAE), como o acrilato de polietila, os copolímeros acrílicos e os copolímeros do estireno butadieno (SB). Todos estes produtos não sofrem hidrólise, no entanto, tem como característica retardar a hidratação inicial do cimento portland.



Figura 5 - Argamassa modificada com emulsão de estireno butadieno. Durante a hidratação do cimento formaram-se géis que aumentam extraordinariamente de tamanho como também sua área superficial. As partículas de látex se acomodam sobre estas superfícies. A hidratação continua até que componentes da matriz ou de agregados se encontram e se amontoam. As películas de látex procuram atender a este aumento de área e acabam encontrando-se, ocorrendo uma espécie de colagem, expulsando a água residual, descartando qualquer idéia de formação de filme ou película impermeabilizante.

GLOSSÁRIO

Cimento Portland – produto obtido da pulverização do clínquer, produzido calcinando a fusão incipiente uma mistura bem dimensionada de material argiloso e calcáreo. É o principal material usado na construção como aglomerante. É uma das principais commodities mundiais, servindo até mesmo como indicador econômico.

Estuque – argamassa à base de pó de mármore, gesso, cal fina e areia. Utilizada para revestir paredes, tetos e fazer ornamentos. Qualquer ornamento feito com essa argamassa.

Metacrilato de metila – líquido, volátil, sem cor, derivado do metanol, cianohidrina de acetona e ácido sulfúrico diluído para produzir resinas acrílicas.

Acrílico – termo usado para designar o poli (metacrilato de metila).

Monômero – substância que forma polímero. Moléculas simples capazes de unirem-se para formar moléculas muito longas (polímeros). Por exemplo, o monômero etileno forma o polímero polietileno.

Surfactante – substância que atua na superfície limite entre fases, alterando a tensão superficial.

Comonômeros – monômeros utilizados na copolimerização.

Copolímero – polímero derivado de mais de uma espécie de monômero.

Hidrólise – diluição de substâncias químicas na água.

Éster – substância obtida condensando-se um álcool com um ácido carboxílico.

Com a invenção do cimento portland, concreto e argamassas tornaram-se padronizados, fazendo desmoronar, toda a prática das argamassas a base de cal. A preocupação, agora séria, em relação a durabilidade destas massas começou a ser paulatinamente registrada, ao mesmo tempo em que se começava a explicar, cientificamente, a introdução dos polímeros naturais.

A antiga arte de recuperar e construir com polímeros naturais

É interessante relatar que mesmo nos tempos antigos havia inúmeros materiais orgânicos naturais, polímeros mesmo, empregados em construções e recuperações. Um outro aspecto bastante interessante é que, na maioria das vezes, o polímero não era dissolvido ou misturado na massa e sim aplicado sozinho sobre a massa, combinando diversas camadas. Um exemplo típico é

a antiga arte de estucagem. Assim, aplicavam-se diferentes polímeros naturais, cada um formando sua camada ou revestimento. Esta tecnologia, naturalmente, não poderia dar bons resultados. No entanto, naquela época, tempo era o que não faltava, ou seja, havia tempo para tudo. Naturalmente, as camadas se sucediam e, invariavelmente, viravam paredes e tetos espessos, muitos até hoje presentes. Inquestionável.

O início dos polímeros sintéticos

A utilização de polímeros sintéticos nas argamassas de cimento portland está registrado no ano de 1909, onde, há inúmeros relatos da preocupação dos pro-

(a) A instalação junto a armadura.
(b) A eletroquímica da proteção catódica

Concreto armado-protendido sem corrosão?

O aço da construção é reativo e corrói fácil. Amaduras e cordoalhas de protensão são de aço. O concreto é um falso sólido. A proteção do aço pelo concreto é apenas mecânica. Com esta situação, a defesa natural e efetiva do aço é a proteção catódica. Sua atuação é facilmente checada e monitorada com uma semi-pilha. Concreto armado-protendido sem proteção catódica é uma fria. Use PASTILHA Z preventivamente ou na recuperação e tenha 20 anos de garantia.

PASTILHA Z

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta n° 03

A terminologia dos poliméricos no repairbusiness

Aditivos orgânicos e polímeros reativos integram e promovem modificação substancial no processo de cristalização da matriz cimentícia, devido a interação das partículas do látex com as superfícies dos cristais da matriz em desenvolvimento. A interligação e a insolubilidade costumam embarcar nestas reações, modificando substancialmente o comportamento dos polímeros. Alguns reagem quimicamente com os álcalis, produzidos durante a hidratação do cimento portland, destruindo a função retardante da reação do silicato tricálcico (C_3S) com a água. Outros, liberam íons cloretos da associação de látex do cloreto de polivinila com o cloreto de vinilideno presentes em algumas argamassas, provocando a contaminação do concreto e a corrosão das armaduras. Em nosso mercado existem as seguintes terminologias de produtos:

- **Argamassas modificadas com polímeros para impermeabilização, reparo e revestimentos.** Algumas anunciam que não têm retração, o que não é verdade.
- **Argamassas modificadas com polímeros e com agentes inibidores de corrosão.** Esta linha de produtos, verdadeiramente, é a catarse da sensatez, pois pisa no freio e acelera ao mesmo tempo, quer dizer, oferece condições estático impermeabilizantes simultaneamente com a dinâmica atividade iônica do inibidor. Como é possível?

fissionais com a durabilidade do concreto e argamassas feitas com o portland, particularmente para “algumas” situações onde havia “contato” com “águas sujas ou salgadas”, para agüentar a “rodagem”, impactos etc. Concretos com cimentos polimerizados com látex de borracha começavam a ser industrializados nos anos 30. Já nos anos 40 foi introduzido o látex de acetato de polivinila, PVA para muitos. Nos anos 60, apareceram no mercado os látexes acrílico e cloreto de vinilideno. A partir daí, uma sucessão de outros polímeros foram criados, ressaltando-se o látex estireno butadieno. Hoje, com todos os conhecimentos da adição de polímeros nas argamassas, pouco ainda se sabe. Engenheiros e técnicos utilizam o termo para todo tipo de argamassa, mesmo desconhecendo a quantidade de polímero presente. Pior, não há qualquer bibliografia disponível para explicitar este sério problema. Vamos tentar, no entanto, explicar o que poucos sabem.

Dependendo da quantidade e da forma como o polímero é aplicado poder-se-á classificar o produto de três maneiras:

vel? Veja matéria específica na edição nº 72 da RECUPERAR.

- **Tinta epóxica rica em zinco** para aplicação nas armaduras, de modo a promover proteção catódica. Outro disparate. Como é possível emergir partículas de zinco em um tremendo isolante elétrico como o polímero epóxi e afirmar que haverá continuidade elétrica para ocorrer a troca galvânica das partículas com a superfície do aço?
- **Tinta de poliuretano ou epóxi com inibidor de cromato de zinco.** Este último produto, além de ser cancerígeno, também não consegue suas características inibidoras da corrosão no meio da resina.
- **Vernizes acrílicos e de poliuretano,** base solvente ou água, rígidos e flexíveis para proteção superficial. Somente produtos com 100% de sólidos podem ser considerados como barreiras eficientes.
- Penetrantes à base de **metacrilato** para preenchimento de vazios e trincas.
- Penetrantes à base de **silano** para hidrofugação.
- Penetrantes à base de **siloxano** para hidrofugação.
- Penetrantes à base de **silano/siloxano** para hidrofugação. Estes produtos também apresentam incoerência ao associarem dois produtos com características diferentes de cura, dependentes do meio em que são aplicados.

Argamassas modificadas com polímeros (AMP)

São compósitos feitos com a substituição parcial da matriz cimentícia aglomerante do Portland por modificadores poliméricos e/ou aditivos tais como látexes em dispersão, látexes em pó solúveis em água, resinas líquidas e monômeros. AMPs dividem cama, quer dizer, combinam uma única comatriz com os hidratos cimentícios os quais penetram-se mutuamente, matriz polimérica e matriz cimentícia, com a ocorrência simultânea, porém complicada, dos processos de polimerização e hidratação. As propriedades das AMPs são afetadas por vários fatores como o tipo de polímero, a relação cimento-polímero, a relação água-cimento, o teor de ar na mistura e, naturalmente, a condição de cura.

Argamassas poliméricas (AP)

Estas argamassas não contém matriz cimentícia. Seu aglomerante e composto de resinas poliméricas, tipo resinas termorrígidas, monômeros vinílicos e resinas de alcatrão

polimerizadas à temperatura ambiente. Naturalmente, a mais comum é a argamassa epóxica. Por aí já dá para ver que as APs possuem resistência, adesão, impermeabilidade, resistência química/abrasão e durabilidade bem superiores às argamassas cimentícias, mesmo as modificadas.

GLOSSÁRIO

Álcalis – nome derivado do árabe pelo qual se designam tanto as bases como os hidróxidos dos metais alcalinos.

Matriz – lugar onde algo é gerado ou construído. Fonte ou origem.

Ligações cruzadas ou interligação – ligação química entre cadeias de um polímero para formar uma estrutura em rede, que impede a livre movimentação entre as moléculas. Um exemplo de ligações cruzadas é a vulcanização da borracha. Ligações covalentes entre duas ou mais cadeias poliméricas lineares. Polímeros podem ser produzidos para formar cadeias de moléculas longas (polímeros lineares) ou interligados como se fosse uma rede (polímeros interligados).

Copolímeros – moléculas complexas formadas pela reação entre dois ou mais monômeros diferentes. Polímero formado pela polimerização de uma mistura de dois ou mais monômeros.

Dispersão – distribuição uniforme das partículas sólidas em um líquido. De forma mais comum, é a dispersão das partículas no veículo.

Látex – hidrocarbonetos, tanto na forma natural quanto na sintética. A natural é chamada borracha crua e não é vulcanizada (interligação), tendo na sua composição grandes complexos moleculares de isopreno. A borracha natural, obtida do látex da seringueira tem como constituinte principal o isopreno. Outros plásticos obtidos na forma de emulsão, destinados à fabricação de elastômeros, são chamados de látices.

Isopreno – hidrocarboneto constituinte da borracha natural. Líquido incolor com fórmula C_5H_8 .

Hidrocarboneto – substâncias formadas à base de carbono e hidrogênio.

Acetato de polivinila (PVA) – veículo para tinta látex. Polímero preparado pela polimerização do acetato vinílico como monômero exclusivo.

Cloreto de vinilideno – termoplástico bastante inerte e com baixo odor razão pela qual foi e é bastante utilizado na construção e nas embalagens de alimentos e remédios.

Acrilonitrila – sua maior utilidade está nos copolímeros.

Estireno butadieno (EB) (emulsão) – elastômero termoplástico. Tintas látex feitas com EB usualmente apresentam mais brilho, mas amarelam mais facilmente que as tintas feitas com polímeros comuns acrílicos ou de PVA. EB cura por oxidação, em 30 dias, deixando o filme resistente à água. É monoxidante, resistente a álcalis fortes, umidade e mofo.

Acrílico – monômero ou polímero caracterizado por boa durabilidade, retenção de brilho, transparência e cor. Borracha sintética feita parcialmente da acrilonitrila ou de acrilatos de etila copolimerizado com muitos outros monômeros.

Hidratos – compostos que têm um número específico de moléculas de água unidas a ele.

Concreto impregnado com polímeros (CIP)

Esta forma de atuação dos polímeros no repairbusiness é, basicamente, com impregnantes monoméricos aplicados nas superfícies aparentes de estruturas de concreto armado-protendido as quais são, subsequentemente, polimerizadas, preenchendo e “reforçando” os poros e capilares da matriz cimentícia hidratada, sua fase agregada e a interface entre ambos com os polímeros resultantes. Conseqüentemente, a adesão nesta interface é potencializada e a peça estrutural ganha resistência física/química e impermeabilidade. Para se conseguir isto, torna-se necessário, antes, secar bem a superfície da estrutura. Tudo isto dependerá de vários fatores:

- A profundidade de penetração do polímero.
- As propriedades do polímero.
- A eficiência da impregnação (spray ou rolo).
- A eficiência do monômero empregado.
- O grau de conversão do monômero para polímero.

Como se sabe, concreto não é um material, é todo um processo que, no final das contas, acaba por gerar um pseudo-sólido poroso e permeável totalmente sensível ao ambiente que o cerca. O contato direto ou indireto com ambientes corrosivos afeta dras-

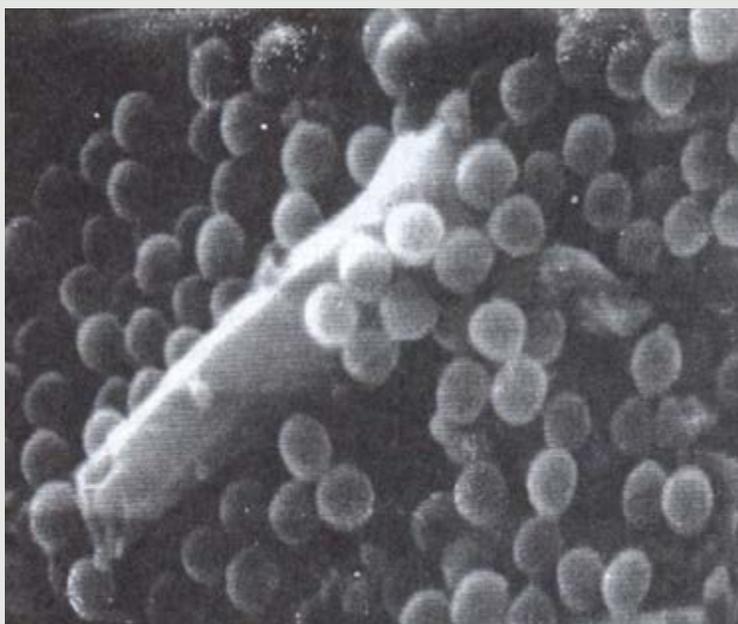


Figura 6 - MEV mostrando uma argamassa modificada com polímeros, uma ampliação de 20.000 vezes. Como na foto anterior, fica claro que as partículas de dispersão polimérica aderem nas superfícies dos cristais do hidróxido de cálcio, Ca(OH)_2 , deixando, no entanto, um rastro de vazios na utópica película que mais parece uma rede. Qualquer idéia de impermeabilidade é mera suposição.

ticamente sua durabilidade. Assim, com base nesta política polimérica complexa e anoréxica, sabe-se bem que polímeros modificam as propriedades das argamassas. Mas até que ponto?

Venda versus Desconhecimento

A venda de massas pré-fabricadas à base de polímeros, para serviços de recuperação, é um formidável e milionário negócio presente no Brasil e no mundo. Em suas bulas ou prospectos tudo prometem, sem-

pre com base nos polímeros presentes em suas formulações. Ou seja, anunciam argamassas e grout repletos de polímeros para serem aplicados em serviços de re-

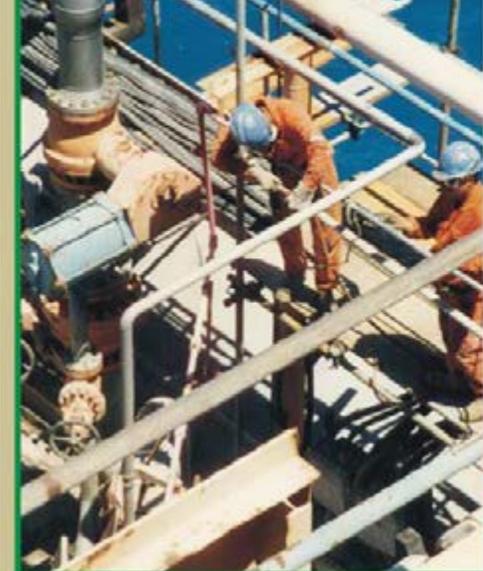
Continua na pág. 10

GLOSSÁRIO

Hidratação – fenômeno químico que consiste na absorção ou fixação da água por uma determinada substância, que poderá conter os elementos da própria água.

Temperatura de transição vítrea (Tg) – corresponde ao início do movimento da molécula. Quanto maior a interligação no polímero maior sua Tg.

Acabe com a rotina da manutenção.



DENSOFLEX é uma fita isolante da corrosão para fins industriais cujas características principais são elasticidade permanente e dupla camada. É prática e versátil. Atende às rigorosas normas alemãs DIN 30672 e DIN EN 12068 de aplicação em equipamentos e peças metálicas, enterradas ou não, assim como imersas em diversos fluidos. **DENSOFLEX** é composta de fibra de lã sintética impregnada com elastômero à base de hidrocarbonetos de última geração. O lado não aderente da fita



USE

DENSOFLEX
Fita auto-aderente isolante da corrosão

DENSOFLEX é composto de filme de polipropileno de alta resistência, de modo a proteger seu elemento elastomérico aderente. **DENSOFLEX**, uma vez aplicada sobre superfícies metálicas é virtualmente impermeável à ação dos temidos vapor d'água e oxigênio, desencadeadores da corrosão. Duas camadas da Fita **DENSOFLEX** atende e excede às exigências da classe A-30 da norma DIN 30672 e DIN 12068 com relação a tensionamentos. **DENSOFLEX** é importada da Alemanha e caracterizada pela DIN-DVGW-Reg. N° NG-5180BM00.

DENSOFLEX

Tele-atendimento

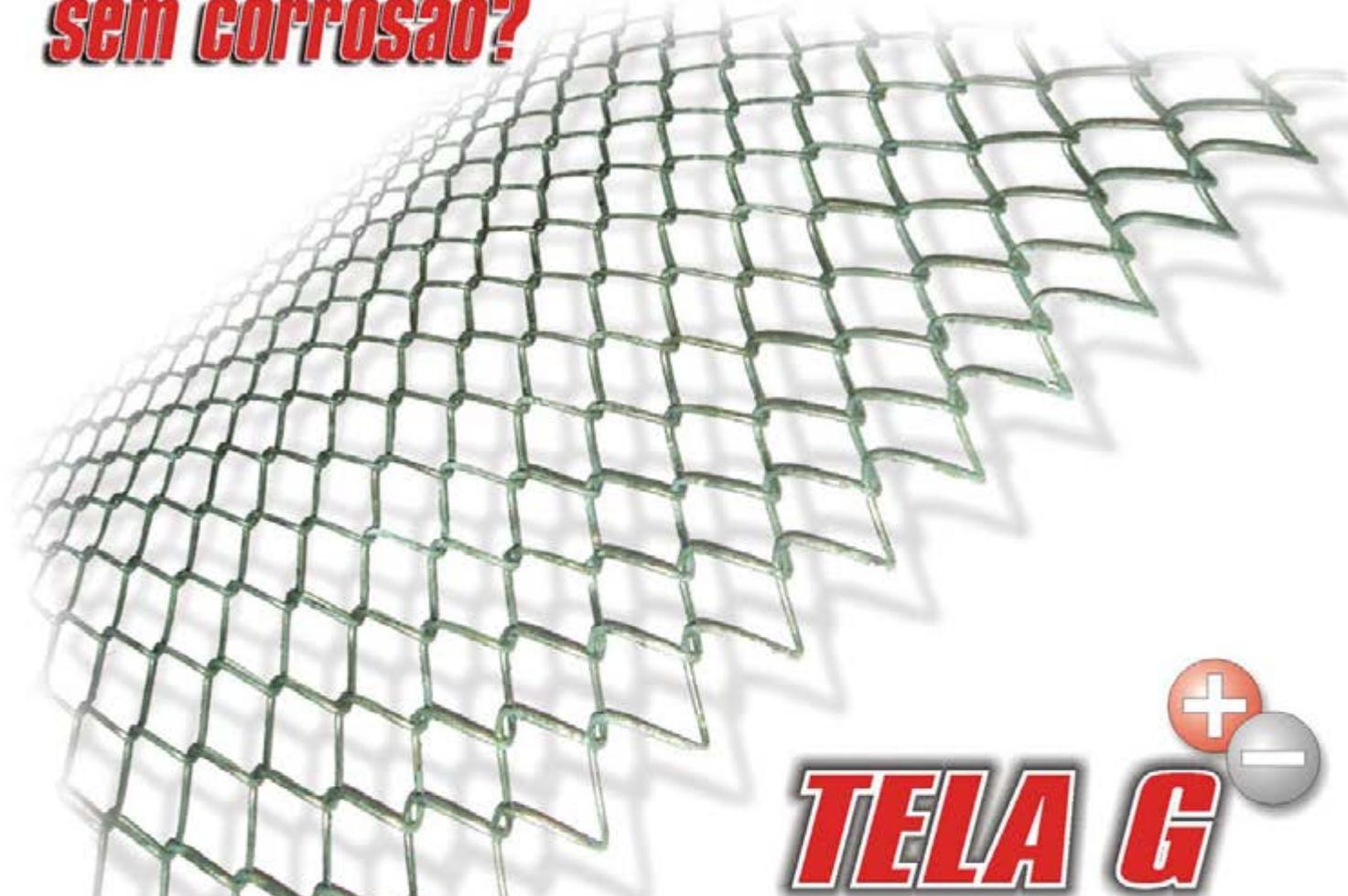
(0XX21) 3154-3250

fax (0XX21) 3154-3259

produtos@recuperar.com.br

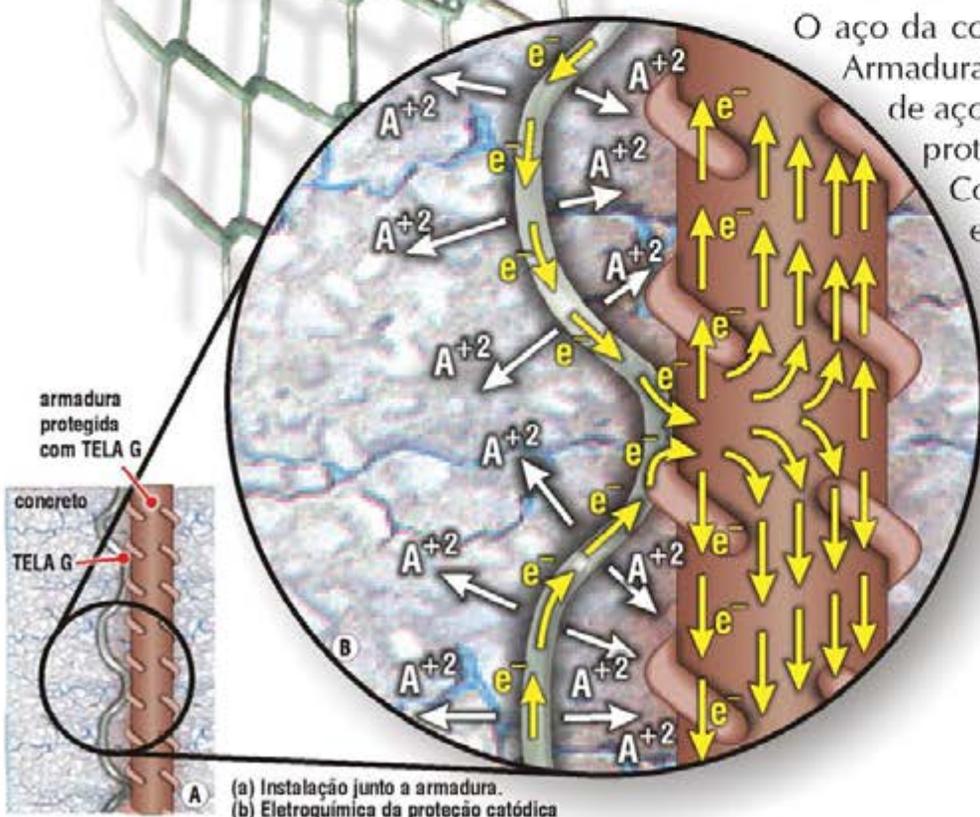
Fax consulta n° 04

Concreto armado-protendido sem corrosão?



TELA G 

O aço da construção é reativo e corrói fácil. Armaduras e cordoalhas de protensão são de aço. O concreto é um falso sólido. A proteção do aço é apenas passiva. Com esta situação, a defesa natural e efetiva do aço é a proteção catódica. Sua atuação é facilmente checada e monitorada com uma semi-pilha. Concreto armado-protendido sem proteção catódica é fria. Use TELA G preventivamente ou na recuperação. Damos 20 anos de garantia.



TELA G
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 05



Figuras 7 e 8 - A hidratação do silicato tricálcico, C_3S , produz o hidróxido de cálcio, $Ca(OH)_2$, que cristaliza em sua forma característica. Na foto à esquerda (A) há apenas a formação do C_3S e polímeros sem a presença dos cristais do $Ca(OH)_2$ que mesclaram-se com os polímeros. A análise, com MEV, do C_3S sem polímeros (B) evidencia cristais de $Ca(OH)_2$ bem definidos.

cuperação sem levar em consideração, ou sem tomar conhecimento da(s) causa(s) do problema, muitas das vezes desconsiderando a devida e necessária preparação da peça combatida e, principalmente, o que a massa modificada com polímeros irá fazer naquela estrutura. Invariavelmente, o profissional embarca no canto da sereia, aplica o super material de recuperação e se dá mal. A culpa é sempre dele e

não do material, aliás do super material. Claro. Como pode um material tão especial e com griffe tão nobre falhar? Lembra-se daquele velho ditado de que qualquer remédio, por melhor que seja, usado de forma inadequada pode ser ineficaz? Felizmente ou infelizmente trata-se de um mercado extremamente rentável. Já comentou-se em algumas matérias da RECUPERAR que algumas dessas formulações não

têm um pingão de exequibilidade, se é que desfrutam de alguma dose de credibilidade. O lado triste desta história é que até

GLOSSÁRIO

Carboxilato – grupo funcional dos sais orgânicos.
Diagnóstico – fase da investigação sobre a natureza e as causas de determinado problema. Conhecimento ou determinação de um problema pelos sintomas. Conjunto dos dados em que se baseia essa determinação.



Figura 9 - Seqüência recuperativa muito comum. Pintura das barras e aplicação da argamassa polimerizada. Resultado: prática totalmente equivocada de recuperação, com durabilidade comprometida, tanto pelo aspecto físico quanto pelo eletroquímico da corrosão.

A MELHOR PENETRAÇÃO

Com viscosidade igual a da água, o **METACRILATO** preenche e monolitiza qualquer trinca ou fissura existente em pisos e pavimentos com até 0,05mm de abertura. Basta verter o produto. O **METACRILATO** também monolitiza trincas e fissuras em vigas e pilares, de maneira fácil e rápida. É só fazer um pequeno furo na parte superior da peça e verter o produto com a ajuda de um pequeno funil. Não fique perdido no tempo das injeções.



METACRILATO
 Tele-atendimento
 (0XX21) 3154-3250
 Fax consulta nº 06

Avaliação das propriedades de adesão de argamassas polimerizadas com o concreto

A qualidade da adesão é fundamental em qualquer colagem. Todas as argamassas modificadas com polímeros retraem e, conseqüentemente sofrem de microfissuras que ficarão ainda mais sensibilizadas com o grau de preparação do substrato onde serão aplicadas e com as características da argamassa de reparo. O fissuramento interfacial, motivado pela retração da argamassa, aliado a um substrato pouco rugoso e mal preparado e a outras características da argamassa poderão conduzir ao seu deslocamento.

engenheiros notáveis torcem e distorcem a percepção e a avaliação da boa técnica. Haja discernimento para todos nós, simples engenheiros de laboratório, unidos com a condição de faróis de neblina de outros engenheiros anônimos, proprietários confusos, técnicos vulneráveis, consumidores fraudados... Somos obrigados a acreditar que falta conhecimento de materiais de construção à turma que entende de polímeros e, para a turma que entende de materiais de construção, falta-lhes conhecimento da tecnologia de polímeros.

Na cadeira de Patologias da Construção, nas universidades e nos cursos oferecidos pelo Instituto de Patologias da Construção é básico ensinar que para recuperar é necessário, primeiro, montar o diagnóstico, especificando a causa da

GLOSSÁRIO

Concreto – é mais que um material. É um processo constituído pela mistura hidráulica de um aglomerante com materiais inertes.

deterioração e, a partir daí, proceder-se a elaboração das etapas a serem seguidas de preparação do substrato a ser recuperado e só então selecionar o material mais adequado. Para um correto diagnóstico, torna-se necessário compreender os mecanismos que levam o concreto à deterioração. Não é fácil. Na maioria das vezes ela é causada por efeitos sinérgicos, desencadeados por vários fatores presentes no ambiente que cerca ou faz contato com o concreto. Existem diferentes tipos de polímeros e, mesmo com a utilização de apenas um tipo na argamassa, poderá haver comportamentos diferenciados, em função de como o material atuará. Assim, é preciso ter cuidado e discernimento ao selecionar e trabalhar com estes produtos.

fax consulta nº 07



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Michelle Batista é química.
- Sickles, L.B., Organic additives in mortars. Edinburgh Archit. Rev.
- Kirk Patrick, S.H., An improved poste sritable for admixture with cement and other materials for strengthening and waterproofing the same. British Patent.
- Geist, J.M., Amaga S.V. and Meller B.B., Improved portland cement mortars with polyvinyl acetate emulsions, Ind. Egn. Cem.
- Reley V.R. and Razol J., Polymer additives for cement composites: a review. Composites.

- Sickles L.B., Organics vs. Synthetics: Their use as additives in mortars.
- Asad, M., Bauluch, M.H., and Al-Gadhib, A.H. "Dry shrinkage stresses in concrete patch repair systems". Mag. Concrete Res.
- Jo, Y.K., Fowler, D.W., and Ohama Y. "Shrinkage stresses in polymer concrete overlays". Polymer in concrete, Y. Ohama., M. Kawakami, and K. Fukuzawa, eds., E&FN Spon, London.
- Kamada, T., Kunieda, M., Kurihara, N., Nishida, Y., and Rokugo, K. "Evaluation of roughness of joint concrete surface and bond properties". Fractuer mechanics of concrete structures, H. Mihashi, and K. Rokuro, eds., Aedificatio.
- Kitsutaka, Y., Kamimura, K., and Nakamura, S. "Evaluation of crack repair material by means of bending test on notched concrete specimen". J. Struct. and constr. Engrg.
- Kunieda, M., Kurihara, N., Uchida, Y., and Rokugo, K. "Shrinking and cracking behavior of repair materials for concrete structures". Fracture mechanics of concrete structures, H. Mihashi and K. Rokugo, eds., Aedificatio.
- Kurihara, N., Kunieda, M., Uchida, Y., and Rokugo, K. "Bond properties of concrete joints and size effect". J. Mat., Concrete Struct. and Pavements.
- Li, V.C., Lim, Y.M., and Foremsky, D.J. "Interfacial fracture toughness of concrete repair materials". Fracture mechanics of concrete structures, F.H. Wittmann, ed., Aedificatio.
- Martinola, G., and Wittmann, F.H. "Application of fracture mechanics to optimize repair mortar systems". Fracture mechanics of concrete structures, F.H. Wittmann, ed., Aedificatio Publishers.
- Wittmann, F.H. "Application of fracture mechanics to optimize repair systems and protective coating for reinforced concrete structures". Fracture mechanics of concrete structures, H. Mihashi and K. Rokugo, eds., Aedificatio.
- Wittmann, F.H., and Müller, T. "Adherence and fracture energy, adherence of young on old concrete". F.H. Wittmann, ed., Aedificatio.

Reforço Estrutural



Os sistemas de reforço estrutural MFC foram desenvolvidos no Japão e EUA com o mais perfeito requisito de resistência-durabilidade.

Disponemos de uma formidável linha de produtos, com assessoria técnica, para todas as empresas e profissionais, aliando viabilidade, segurança, preço e qualidade.

- Manta de Fibra de Carbono
- Mantas de Fibra de Aço
- Manta de Fibra de Kevlar
- Fibra de Vidro Estrutural
- Fita de Fibra de Carbono
- Tecnologia a toda prova
- Barras de Fibra de Carbono



Lider em Reforços Inteligentes

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 08

ERROS DE CONCEPÇÃO E EXECUÇÃO

PROJETISTAS, CALCULISTAS E ENGENHEIROS DE OBRAS AINDA PEGAM AO LIDAR COM O CONCRETO ARMADO-PROTENDIDO. CONHEÇA OS ERROS MAIS FREQUENTES E SAIBA COMO CORRIGI-LOS.

Figura 1 - É bastante comum, em obras importantes, haver erros de concepção. Quanto mais complexo o projeto, mais problemas existirão.

ANÁLISE



Carlos Carvalho
Rocha

Engenheiros projetistas e de obras ainda erram ao projetar e executar estruturas de concreto armado-protendido. O costume persistente da concepção e execução roteirizadas em conhecimentos antigos e inconsistentes ainda rola por aí. Como se sabe, os procedimentos para construir estruturas de concreto diferem dos demais empregados na construção. Concreto é um dos poucos materiais cujos ingredientes são colocados no local da obra ou próximos a ela e, a partir daí, é feita a sua

mistura, lançamento e moldagem, de acordo com o produto final pré-estabelecido. Existem tantas variáveis que afetam a produção deste compósito que o infeliz já entra com o vírus da desconfiança, com a multiplicidade de gafes que poderão ocorrer no projeto e na execução.

Os problemas aparecem

O processo construtivo do concreto armado exige uma seqüência necessária de ope-

Continua na pág. 16



Figura 2 - Ferragem negativa mal posicionada. A solução para este caso foi a demolição do concreto para reconcretagem.

PH FLEX super

Ponto final no trânsito da água.

Solution with one shot intelligent foam



**Impermeabilização com
injeção de poliuretano espuma hidroexpansiva
sem necessidade de injeção de gel.**

PH FLEX SUPER

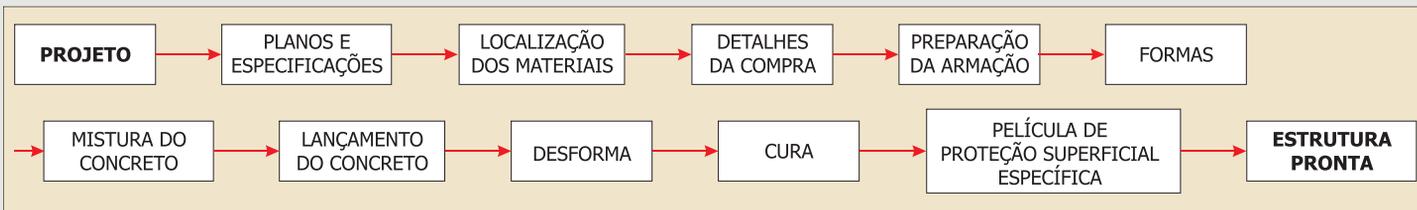
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 10

rações que vai do plano conceitual até a estrutura acabada. O diagrama de blocos lógico abaixo estabelece o modal do seu processo construtivo em que cada bloco representa a etapa sequencial necessária básica.

na primeira, a mais importante, a barra de aço é posicionada de modo a absorver tensões de tração. Mal posicionada, deixará a futura peça estrutural numa saia justa. Um caso típico freqüente é o mau

GLOSSÁRIO

Compósito – combinação de dois ou mais materiais, sem chance de se misturarem e que trabalham em conjunto. Sua composição baseia-se em fibra e matriz envolvente.



Problemas com armaduras

O sucesso das armaduras, ao serem projetadas para peças estruturais, dependerá de três leis básicas e obrigatórias de posicio-

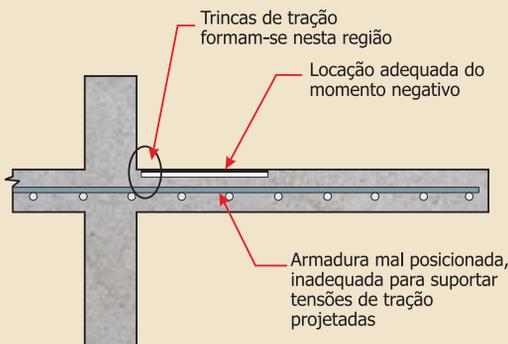


Figura 3 - O vício do mal posicionamento da ferragem negativa.

posicionamento dos ferros negativos das lajes de varandas.

Na segunda, e aí nasce um problema de concepção, estabelecem-se espessuras para a camada de recobrimento do concreto, de modo a “proteger” as armaduras da corrosão. Supõe-se antecipadamente, pressupõe-se, presume-se, subentende-se e, por fim, imagina-se que o concreto seja um sólido verdadeiro e não é. Sua concepção o conduz para a categoria de sólido extremamente poroso e permeável. Um pseudo-sólido. A pasta de cimento ou matriz cimentícia é o seu constituinte ativo e responsável por este comportamento.

Assim, considerando-se este equívoco acadêmico, dever-se-á ainda considerar as espessuras normativas de recobrimento do

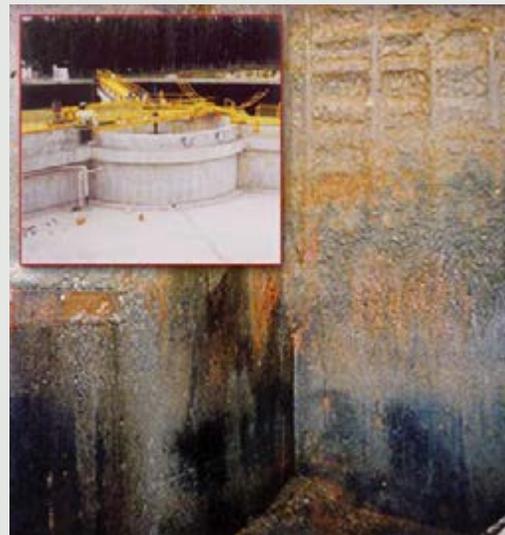


Figura 4 - Tanque novo, na foto menor, de uma estação de tratamento de efluentes. Situação de suas superfícies após dois ano e oito meses.



Bomba Versátil MAX RG10

Bomba universal com acionamento elétrico para o transporte, injeção e projeção de tintas, natas e argamassas bombeáveis de consistência plástica e fluida com granulometria máxima de 2mm. A Bomba RG10 possui pressão de trabalho de 30kg/cm² e variação de velocidade de bombeio. RG10 é a bomba ideal para sua obra.

BOMBA MAX RG10

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 11

SOLOMAX MODIFICA E CONSOLIDA SOLOS EM 24 HORAS. É RÁPIDO E EFICIENTE.

Deflexão em juntas de pisos industriais?

SOLOMAX
Tele-atendimento (0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 12

INJETE SOLOMAX E PRONTO.



Figura 5 - Proteção das armaduras da laje de um tanque de produtos corrosivos com TELA G, durante a concretagem.

concreto? Claro, é prudente mas não suficiente, pois continuará poroso e permeável. Mais importante, no entanto, é adequar ou “vestir” a superfície do pseudo sólido concreto com película específica de proteção para cada ambiente envolvente. Por exemplo, em estações de tratamento de eflu-

entes utiliza-se revestimentos epóxicos à base de novolac. Para superfícies de concreto que farão contato com fluidos corrosivos como a água do mar, soluções ácidas etc, além do revestimento, que tem tempo de vida definido, é prudente utilizar proteção catódica com a fixação de anodos do

O falso sólido

Ao ser lançado, o concreto ainda é plástico e seus agregados, por serem pesados, afundam, gerando uma película d'água em sua superfície. É o fenômeno da exsudação. Em todos os concretos e argamassas de cimento portland formam-se milhares de micro-canais, devido ao transporte ou percolação da água para a superfície, geralmente com partículas a tiracolo, promovendo a formação daquela nata superficial característica sobre a qual nenhuma película resistente adere. De forma característica, durante seu lançamento, também ocorre a separação do agregado graúdo da mistura, resultando em uma massa sem uniformidade ou com segregação. Dois argumentos que contestam e refutam a validade do concreto como sólido perfeito. O conhecimento da micro-estrutura básica do concreto, obtido com o exame do concreto padrão no microscópio eletroquímico de varredura (MEV) é essencial para a compressão do seu comportamento físico-químico, mecânico e, por extensão, de sua durabilidade. A instabilidade do volume de um sólido poroso é totalmente dependente da interação com o ambiente que o cerca ou que faz contato com sua rede de microporos ou microcanais. Esta mi-



Hidratação da matriz do portland sob uma MEV. Cristais de silicato desordenados em forma de agulha. Vazios inevitáveis.

cro-estrutura do concreto é investigada através das isotermas de adsorção com mudança de comprimento, técnicas com amostras em miniatura, ressonância magnética nuclear etc. O tamanho e a qualidade da superfície de um sólido poroso ou falso sólido são seus dois principais parâmetros, pois controlam a velocidade das reações físico-químicas e químicas com o ambiente em contato. Este grau de controle relaciona-se à sua área superficial e, naturalmente, à natural reatividade, fator este dependente da sua cristalografia e de outras propriedades físico-químicas.

Espessura adequada da camada de recobrimento, segundo o ACI (American Concrete Institute)

Condição	Espessura necessária (mm)
Concreto em contato com o solo	76
<i>Concreto exposto ao tempo</i>	
barras > 20mm	51
barras < 16mm	38
<i>Concreto não exposto ao tempo</i>	
pilares e vigas	38
lajes, paredes de concreto	
barras < 36mm	19
barras 43 e 57mm	38

tipo TELA G, PASTILHA Z etc nas armaduras, já que, uma vez vencida a barreira do revestimento epóxico, o concreto ficará aberto à contaminação química irreversível. E aí só a proteção catódica protegerá o aço. Na terceira lei básica, há o dimensionamento e/ou o posicionamento das armaduras

GLOSSÁRIO

Adsorção – atração de íons ou substâncias na superfície de um sólido. Aumento da concentração de moléculas ou íons na superfície de um sólido (adsorvente) poroso. Não deve ser confundida com absorção, que põe em jogo a ponte interna da superfície. A adsorção relaciona-se com valências residuais dos átomos e moléculas da superfície do sólido que não se acham combinados.

Isoterma – linha sobre um gráfico que une pontos com a mesma temperatura.

Proteção catódica – sistema que interrompe a corrosão do aço, tornando-o catódico, devido a formação de uma pilha galvânica.

Valência – camada eletrônica mais externa que contém elétrons com alta energia e tomam parte nas reações químicas. Átomos ou íons com camada de valência cheia são estáveis.



Grupo Falcão Bauer

Laboratório Credenciado pelo INMETRO

Tel.: 11 3611-0833

www.falcaobauer.com.br

bauer@falcaobauer.com.br

Qualidade Presente Garantindo o Futuro

- Inspeções, recuperação e reforço estrutural convencional e com fibra de carbono.
- Gerenciamento e fiscalização de obras.
- Provas de carga e controle de recalque.
- Controle global da qualidade na construção civil, controle tecnológico de concreto, solos, pavimentação e estruturas metálicas.
- Análises químicas, físicas e metalográficas.
- Meio ambiente.

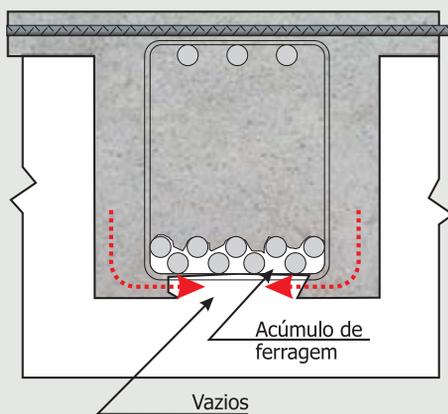


Figura 6 - Alta densidade de armaduras impede o concreto de adentrar totalmente na peça estrutural.

de forma incorreta, fazendo com que a peça estrutural fique congestionada de barras, principalmente quando acontecem emendas com o conseqüente transpasse. O concreto, por sua vez, ao ser lançado, tem dificuldade ou simplesmente não consegue pas-

GLOSSÁRIO

Junta fria – é um plano de fraqueza no concreto causado pela interrupção ou atraso na operação de lançamento do mesmo, permitindo-se a primeira concretagem iniciar a cura antes do lançamento da segunda, resultando em pouca ou nenhuma aderência entre elas.

Junta de concretagem – é a junta entre diferentes materiais ou estágios da construção, não necessariamente para acomodar movimentos, podendo ter ou não armadura atravessando a mesma.

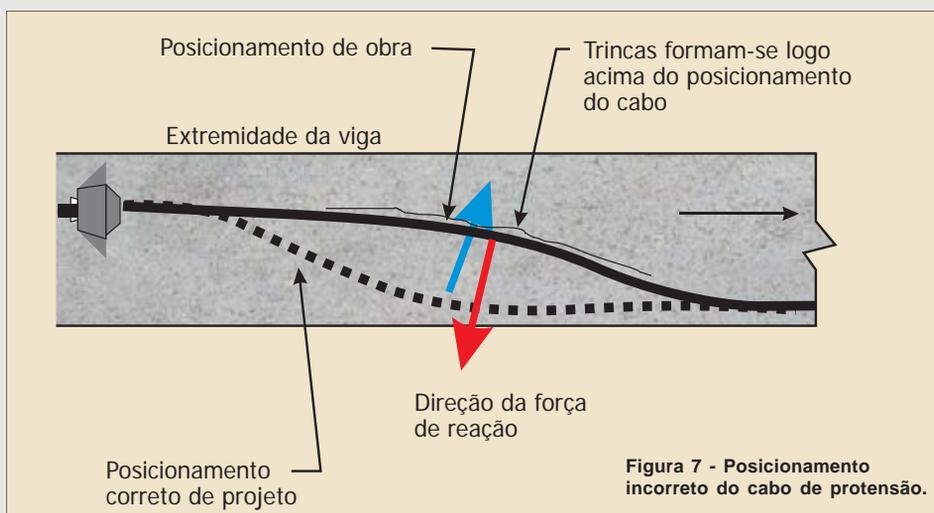


Figura 7 - Posicionamento incorreto do cabo de protensão.



Figura 8 - Condição difícil de concretagem. Lançamento com altura elevada e grande concentração de ferros.



A SF ENGENHARIA completou 20 anos em 2007. Queremos compartilhar algumas de nossas conquistas importantes com vocês, colegas e parceiros de trabalho. Nossa empresa foi responsável por todo o projeto do COMPLEXO ESPORTIVO mais moderno da América Latina, que serviu aos atletas do mundo inteiro nos XV JOGOS PAN-AMERICANOS, sediados no Rio de Janeiro. Foram treze meses de trabalho árduo, contando com uma equipe especializada em projetos de grande complexidade. É com alegria que nós, profissionais do mercado, festejamos também a retomada no crescimento de nosso setor.



SF Engenharia

sfeng@sfengenharia.com.br

www.sfengenharia.com.br



Figura 9 - Nesta barragem foi necessária a execução de parede secante feita com a perfuração de 450 estacas de 1,20m de diâmetro, separadas de 0,70m

e a cerca de 30m de profundidade, a montante da existente, para estancar a grande quantidade de vazamentos motivados por juntas frias e de concretagem mal executadas, além de grandes vazios no interior das paredes. Um detalhe, os serviços de concretagem foram feitos com tubo tremie e executados com a barragem cheia.

sar através das barras, ocasionando grandes vazios em torno das armaduras.

Problemas em cabos de protensão

É difícil, mas erros de posicionamento em cabos de protensão acontecem. Eles, invariavelmente, promovem tensões de tração não previstas na peça estrutural e, claro, fissuras e trincas indesejadas.

Remoção das formas

Muito comum também é o pessoal de obra remover formas e escoras antes que o concreto atinja resistências adequadas. O resultado, sem qualquer mistério, são tensões de compressão e tração impossíveis de serem combatidas pelo jovem concreto e, na-

turalmente, trincas, deflexões e colapsos poderão aparecer.

Juntas frias, segregação e infiltrações

Intervalos longos entre o lançamento do concreto e até dentro de um mesmo lançamento costumam provocar perigosas interfaces dentro de uma peça estrutural. A incidência mais trivial ocorre em estruturas hidráulicas, principalmente barragens. O efeito mais devastador são as inevitáveis infiltrações. Para eliminá-las, tornando a superfície apta a receber o lançamento subsequente, é necessário remover sujidades e, principalmente, aquela sinistra “nata” superficial sobre a qual nada adere. Sugere-se usar agente de colagem após a limpeza. Juntas frias comprometem a durabilidade do concreto.

O fenômeno da segregação é resultado da distribuição não uniforme do concreto dentro da forma, durante o lançamento. No caso de dosagens inadequadas, a maneira como o concreto é lançado e o excesso de vibração são as causas mais freqüentes. A segregação compromete a durabilidade do concreto.



Figura 10 - Estruturas hidráulicas: juntas frias e de construção precisam de atenção especial.

REFERÊNCIAS

- Carlos Carvalho Rocha é Engenheiro Civil, especialista em serviços de recuperação.
- Murdock, L.J., Blackledge, G.F., “Concrete materials and practice”, Londres.
- American Concrete Institute, “Recommended practice for measuring, mixing and placing concrete”, ACI Standar 614.
- Neville, A.M., “Properties of concrete”, Londres, Ed. Sir Isaac Pitimann and Sons, Ltd.
- Sparkes, F.N., “The control of concrete quality: a review of the presente position”, in Proc. Symp. mix design and quality control of concrete.
- Troxell, G.E., Davis, H.E., Kelly, J.W., “Composition and properties of concrete”, 2ª ed., Nova York, Ed. MacGraw-Hill Book Co.
- Association Française de Normalisation, “Bétons prêts à l’emploi préparés en usine”, NP 18-301.

fax consulta nº 13



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

Monitoramento de Estruturas? Só com FIBRA ÓTICA.

TOTAL CONTROL mede variações de temperatura, campos magnéticos, vibrações, umidade, cargas, pressões, contaminação química etc. Barragens, pontes, túneis, estacas, interceptores oceânicos, instalações nucleares são algumas das estruturas monitoradas, de modo global e com resolução micrométrica, pelos nossos sensores. Nada escapa ao **TOTAL CONTROL**.

TOTAL CONTROL

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 14

SULFETOS BIOGÊNICOS EM ETEs

O QUE FAZER QUANDO OCORRE O TERRORISMO DA
CORROSÃO CAUSADA PELOS SULFETOS BIOGÊNICOS?
DICAS VALIOSAS VÃO AJUDAR VOCÊ A COMBATER O
INDESEJADO GÁS TERRORISTA H_2S .

Figura 1 - Atualmente, estações de tratamento de efluentes recebem grande atenção investigativa, tendo em vista a peculiaridade dessas construções e os conseqüentes e naturais problemas.



CORROSÃO

Joaquim
Rodrigues

Engenheiros e técnicos estão cada vez mais conscientes de que efluentes de qualquer natureza e superficiais de concreto armado-protendido não podem e não devem ficar em contato direto, sem que no meio deles haja um revestimento sabidamente resistente à ação do mortífero gás sulfeto de hidrogênio, H_2S , produzidas nas entranhas das camadas do lodo anaeróbico de tubulações e tanques pertencentes a ETEs.

Números do estrago

Engenheiros e técnicos de órgãos municipais, federais e industriais já perceberam que todas as estruturas que compõem sistemas coletores e do próprio tratamento de efluentes, à base de concreto armado-protendido degrada-se a velocidade espantosa. Não é para menos. Os efeitos da corrosão múltipla, causada nestes sistemas pelo gás predador sulfeto de hidrogênio, H_2S ,

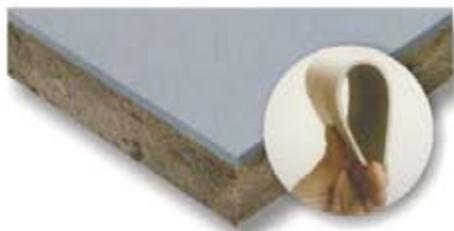
GLOSSÁRIO

Partes por milhão (ppm) – quando a concentração de um componente numa solução é muito baixa, a forma de exprimi-la é em partes por milhão ou, simplesmente, ppm. A designação ppm indica quantas unidades de um componente há em 1.000.000.

Sulfeto de hidrogênio – também chamado de gás sulfídrico ou sulfidreto. No contato com a água e oxigênio transforma-se no ácido sulfúrico. Forma-se na putrefação de organismos vivos, com odor fétido. H_2S .



MAGICAL WATERPROOFING MANAGEMENT (MWM)



MWM é a manta cimentícia impermeabilizante, com 100% de memória, 100% flexível e com DNA polimérico. Substitui as tradicionais mantas asfálticas para qualquer tipo de aplicação. Resistente ao sol e até 70mca. Aceita movimentos da estrutura e pode ser aplicada em superfícies úmidas. Compatível com argamassas e concretos. Aplicada com trincha ou desempenadeira.

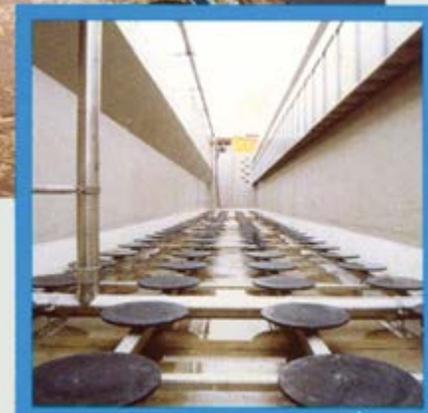


Figura 2 - Reatores biológicos são locais que exigem extrema cautela na proteção do concreto armado-protendido, devido ao tipo de efluente que contém e ao seu processo de aeração e mistura.

também chamado de gás sulfídrico, dilaceram de forma veloz e furiosa, tanto o concreto como seu ilustre hóspede armador. “Estático” atuante na estação de tratamen-



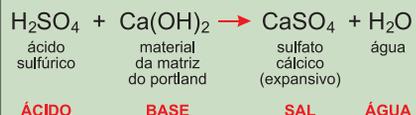
Figura 3 - Tanque, foto maior e menor, de aeração tratado com epóxi novolac 100% sólido enriquecido com fibras. Tratamento adequado.



Porque o concreto não resiste à ação bacteriana

O concreto à base de cimento Portland é rico em substâncias cálcicas, sobressaindo os hidróxidos de cálcio Ca(OH)_2 . Com esta composição o concreto comum se desintegra a partir do pH inferior a 6,5 e é totalmente sensível à ação dos sulfatos e a conseqüente acidificação do meio. Revestimentos à base de cimento aluminoso (bauxita), ao contrário, resistem a pH ácido e são indicados para revestir superfícies de concreto armado-protendido.

Situação comum



ÁCIDO BASE SAL ÁGUA

Argamassa à base de cimento aluminoso

PROTEÇÃO CONTRA AÇÃO ÁCIDA

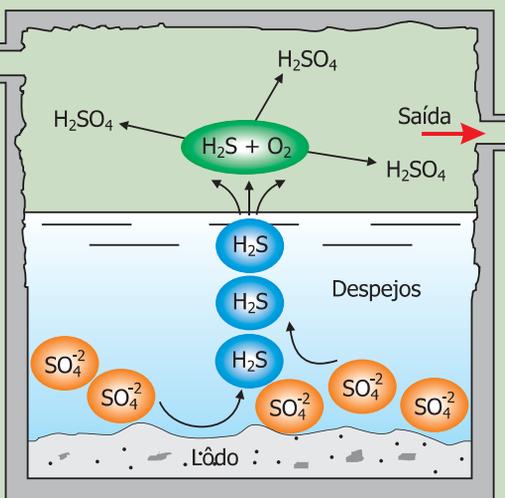
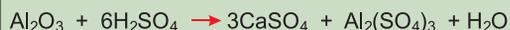


Diagrama esquemático da redução dos sulfatos e a oxidação do H_2S em um tanque de despejos, com conseqüente corrosão do concreto e das armaduras pelo ácido sulfúrico (H_2SO_4).

perfície molhada do concreto, invariavelmente despida de proteção superficial, arma seu mais perverso discípulo, na forma do comilão contaminador ácido sulfúrico, vulgo H_2SO_4 , que tanto degenera as superfícies das estruturas a velocidades espantosas que chegam a 25mm de concreto por ano, como também assina o inventário da bela e branca alcalinidade protetora da virgem passividade que envolve as armaduras. Com este clima uma coisa é certa: quanto mais tempo passa, mais estragos acontecem nas estruturas despidas de revestimentos especiais.

A impermeabilidade desejada

Falso sólido não assumido e com o agravante de ter sua alcalinidade não indesejada o concreto é, ao microscópio, um material excepcionalmente permeável, poroso e absorvente. Infelizmente, alguns poucos projetistas, calculistas, engenheiros e técnicos ainda não levam isso em conta e re-

to e “dinâmico” fortemente concentrado ao longo das grandes distâncias pertinentes ao sistema coletor, que aumenta enorme-

mente a septicidade do efluente, o tóxico gás H_2S alcança centenas de partes por milhão (ppm). O contato deste gás com a su-

Detectores de furos?

Barreira tem que ser barreira. Não podem existir furos, poros, fissuras ou descontinuidades em revestimentos anti-corrosivos de epóxi, mantas de PVC, PEAD ou qualquer pintura sobre qualquer base, seja metálica, concreto ou terra.

Vendemos e alugamos detectores de furos portáteis e fixos, além de acessórios capazes de identificá-los de forma usual ou sonora. Se seu revestimento apresenta furos, trincas ou porosidades é muito necessária a correção, evitando aborrecimentos ou corrosão futura. Possuímos laboratório para manutenção de detectores de furos de qualquer marca ou modelo. Emitimos certificados de calibração.



DETECTORES DE FURROS

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
Fax consulta nº 15



Figura 4 - Estado de um tanque de efluentes ácidos (pH=5), após 3 anos de uso.

comendam o pobre para contato direto com efluentes de toda natureza.

Indiscutivelmente, o principal método de proteção do concreto contra a ação básica de toda sorte de efluentes, seja em interceptores, caixas de passagens, estações elevatórias e tubulações é o EPÓXI NOVO-LAC, com 100% de sólidos, que conjuga excelente impermeabilidade com resistência química, fatores fundamentais contra a ação corrosiva de fluidos gasosos/líquidos ácidos ou alcalinos. A exigência de revesti-

mentos com permeabilidade extremamente baixa é considerada fator essencial tanto no “Water Online”, em seu “New survey shows permeability a critical corrosion factor”, como na NACE nº 6/SSPC-SP13 de seu “Surface preparation of concrete”. Este último normativo expõe uma consideração importante e crítica para prevenir a melhor impermeabilidade antes da aplicação do revestimento protetor: fresagem das superfícies como meio de remover a nata superficial e o conseqüente preenchimento da grande

quantidade de poros, furos e cavidades que fica na superfície do concreto após este serviço. Isto porque, além das inerentes imperfeições e “caminhos” para o interior do concreto armado-protendido, estes furos e ca-

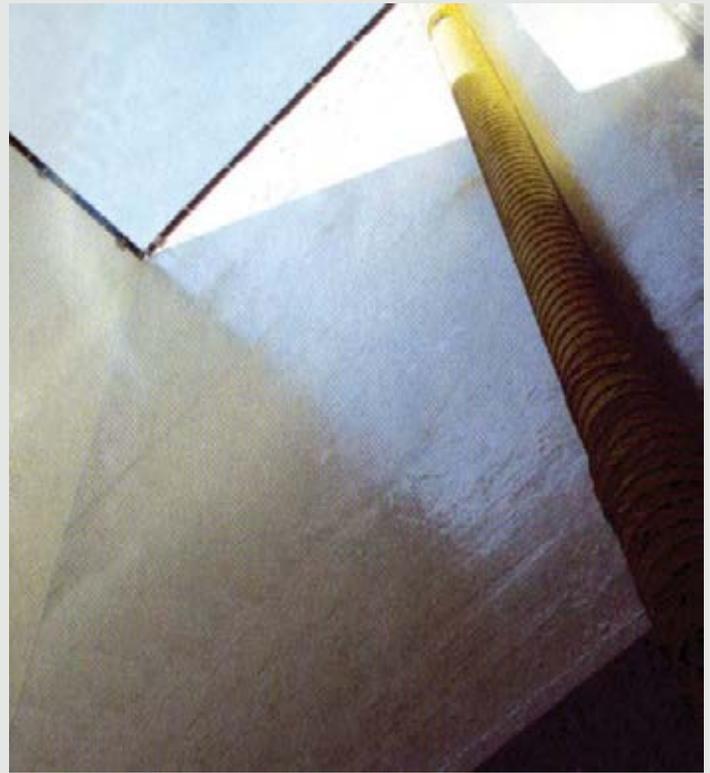


Figura 5 - Após o tratamento da corrosão com proteção catódica (TELA G) e a projeção mecânica de argamassa cimentícia ácido-resistente, foi aplicado revestimento epóxico novolac.

GLOSSÁRIO

Novolac – resina multifuncional com altíssima densidade de ligações cruzadas que impedem a penetração de substâncias em sua matriz. Bastante superior aos epóxidos tradicionais usados como revestimentos. Resistem também a ácidos, solventes e ao álcalis.

ELIMINAÇÃO DO LODO INDUSTRIAL

- Sistema integrado de secagem de lodo e resíduos industriais fixo montado em caminhão, possibilitando o deslocamento para várias lagoas ou ETE's geradoras.
- Opera com qualquer teor de umidade inicial e final.
- Possibilita o uso de biomassa como combustível.
- Menor custo energético.
- Único equipamento em circuito fechado com emissão zero.
- Produto final microgranulado, facilitando o reaproveitamento.

LODO INDUSTRIAL

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 16

TURBO MÓVEL



VENDA :: LOCAÇÃO :: SERVIÇO IN HOUSE



Figura 6 - A superfície deste tanque decantador apresentava-se corroída pelo ataque do efluente. Após a checagem dos potenciais de corrosão com a Semi-Pilha e a instalação de anodos nos locais comprometidos aplicou-se, diretamente com desempenadeira de aço, a massa epóxica novolac, seguida da pintura epóxica novolac.

vidades são craques em liberar fluxos de ar aprisionados dentro do concreto logo após a aplicação do NOVOLAC, criando bolhas e furos na película ainda jovem e sem resistência. O mesmo normativo denomina este fenômeno de “furos na película induzidas por fluxos de ar provenientes do interior do substrato do concreto”.

A solução

Para corrigir este sério problema, recomenda-se, de forma seqüencial, a fresagem das superfícies, seguida da lavagem com hidrojateamento e secagem. A seguir, dever-se-á imprimir as superfícies com o primer epóxico NOVOLAC. Quando a película do primer estiver no ponto do toque livre (ao toque do dedo fica apenas a impressão digital na película) aplicar-se-á, com desempenadeira, uma massa epóxica, também à base de NOVOLAC, de modo a preencher e corrigir furos e cavidades existentes, estabelecendo condição ótima de base para o fundamental NOVOLAC que formará a película principal com

aproximadamente 300 micrômetros de espessura contra a ação química do efluente corrosivo, seja na forma líquida ou gasosa. É interessante observar dois aspectos importantes que deverão ser acrescidas à terapia apresentada. O primeiro refere-se a situação onde o efluente, na forma líquida, causa desgaste mecânico ou erosão na superfície. Para esta situação, exigir-se-á um acabamento epóxi NOVOLAC com a adição de fibras, de modo a estruturá-lo, adicionando resistência à flexão e tração na película. O segundo aspecto refere-se às regiões onde o concreto protegido ficará em contato com o sol (radiação UV) sem receber a carga líquida do efluente, apenas o gás predador H_2S . Neste particular exigir-se-á a proteção da película NOVOLAC com uma outra película adicional à base de poliuretano compatível. É importante relatar que películas epóxicas tradicionais, além do tóxico e proibido epóxi de ou à base de alcatrão são literalmente “comidos” a diminutas concentrações de 50-100ppm do predador H_2S , em prazos que variam de 6 a 18 meses.

Medindo a saúde da película protetora

Para substanciar performances de películas protetoras de superfícies de concreto submetidas à comilança e aos maus tratos do ambiente de ETES, o Instituto de Patologias da Construção idealizou, em conjunto com engenheiros de empresas de recuperação, de órgãos públicos mantenedores de ETES

e consultores, um programa de testes acelerados que simulam o ambiente severo de estações de tratamento, tanto de água quanto de efluentes, ao mesmo tempo em que avalia o comportamento da película de proteção quanto a permeabilidade, exposição química e adesão a prazos longos. A técnica baseia-se na resistência elétrica ou impedância do revestimento protetor. Trata-se da tecnologia denominada espectroscopia por impedância eletroquímica (EIE) que avalia o nível de degradação do revestimento protetor após a exposição a ambientes corrosivos. Medindo-se a resistência do revestimento com impedância a uma corrente elétrica, promove-se correlação com sua impermeabilidade. Uma película adequada e bem dimensionada apresenta boa impermeabilidade, ou seja, resiste à penetração da corrente elétrica, em oposição às películas que são violadas ou defloradas. Quanto maior a resistência do revestimento protetor, menor sua permeabilidade ao gás H_2S , ao ácido sulfúrico, H_2SO_4 , à ação iônica desestabilizante das soluções salinas etc. No laboratório, as leituras do EIE são tomadas antes, durante e após a exposição aos severos, mas simulados ambientes da ETE/ETA. Os resultados do teste oferecem uma excelente correlação com a realidade das estações de tratamento.

fax consulta nº 17



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Joaquim Rodrigues é engenheiro civil, mestre em corrosão, membro de diversos institutos nos EUA, em assuntos de patologias da construção, É editor e diretor da RECUPERAR, além de consultor de diversas empresas.
- EPA 816-R-002-020, “The Clean Water and Drinking Water Infrastructure Gap Analysis” (Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, September 2002).
- GAO-96-390, “Securing Wastewater Facilities” (Washington, DC: U.S. Government Accountability Office, May 1, 2000), p.8.
- “New Survey Shows Permeability a Critical Corrosion Factor”, Water Online, November 7, 2006.
- NACE No. 6/SSPC-SP 13, “Surface Preparation of Concrete” (Houston, TX: NACE International).
- V. O’Dea, “Preventing Bughole Induced Outgassing”, JPCL 24,1 (2007): p. 86-88.

GLOSSÁRIO

Impedância – é a resistência que um circuito oferece ao fluxo de corrente. Sua unidade é o ohm.

Espectroscopia – são métodos de análise qualitativa e/ou quantitativa baseados na obtenção e investigação de espectros de emissão ou absorção de substâncias sob forma de vapor, em solução etc. Na espectroscopia do infravermelho estudam-se os espectros de absorção de substâncias, usualmente em solução, na região do infravermelho.

Eletroquímica – parte da ciência e tecnologia que lida com transformações entre energia química e elétrica. Tem a ver com elétrons e íons reagindo na interface solução-aço.

POR QUE ESTRUTURAS NÃO DURAM II? (final)

ANÁLISE

Patrícia
Karina Tinoco

Figura 1 - Nenhuma estrutura de concreto armado-protendido, hoje, está isenta de problemas, seja de concepção, seja de execução.

Efetivamente, toda a fortaleza do concreto armado-protendido não é, afinal, à prova de realidade. Principalmente a realidade de milhares de pontes e edificações industriais que todos os anos vão para a enfermaria, outras para a UTI e umas poucas para o buraco, quer dizer, precisam ser implodidas ou simplesmente caem levando consigo vítimas, como se fosse um tributo à incapacidade de políticos, técnicos e engenheiros. Apesar de toda a quantidade de pesquisas e esforços de comitês científicos internaci-

onais como RILEM, ASTM, ACIAASHTO etc, acumulando conhecimentos sobre a durabilidade do concreto armado-protendido praticamente todo ano estruturas vão para o chão.

Parece, mas não é.

Todo este conhecimento disponível parece resvalar no pouco para o quase nada, provavelmente pelo fato de se basearem em resultados de prazos curtíssimos e não em testes necessariamente prolongados. Cer-

tamente, pensamos, tudo isto se resume ao raciocínio de políticos, técnicos e engenheiros que, efetivamente, estão à frente do pro-

GLOSSÁRIO

RILEM – Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux, systèmes de construction et ouvrages.

ASTM – American Society for Testing and Materials.

ACI – American Concrete Institute.

AASHTO – Association of State Highway and Transportation Officials



Piso-Dur

High Strength

De pequenos ambientes à pavimentos inteiros de edificações **Piso-Dur** High Strength é o mais prático revestimento auto-nivelante que existe. Ideal para regularizar contra-pisos, recobrir pisos cerâmicos, pisos de concreto antigos, revestir trincas em pisos de concreto, etc. **Piso-Dur** High Strength aceita espessuras de 3 a 7mm, com liberação de tráfego em 12 horas.

- **Basta adicionar água.**
- **Aceita pintura epóxica 48 horas após.**
- **Excelente aderência.**
- **Não necessita de qualquer tipo de remoção.**
- **Cores cinza e branco.**
- **Pega inicial 15 minutos – pega final 60 minutos.**



PISO-DUR

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 25

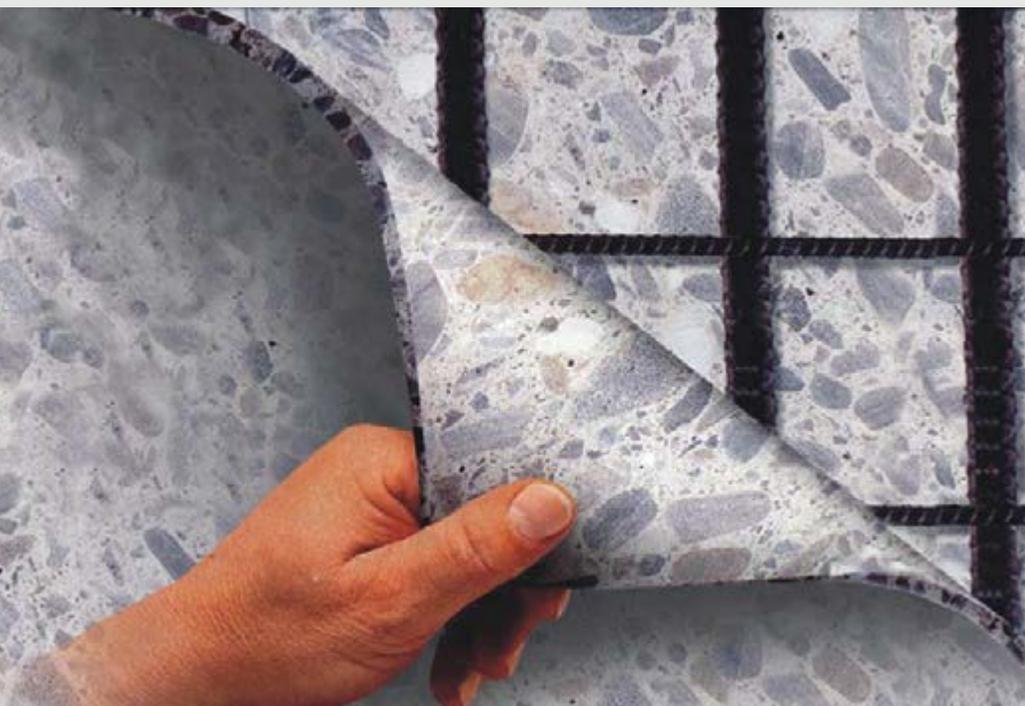


Figura 2 - A camada de recobrimento do concreto armado, com qualquer espessura, não pode ser responsabilizada pela proteção de suas armaduras em ambientes corrosivos e muito menos para contato direto.

blema e que, no frigar dos ovos, não quem dispor do dinheiro necessário: o tempo (para não dizer do custo) adequado para a pesquisa não é suficiente para penetrar no problema e, de forma precisa, obter-se o resultado. Em outras palavras, a informação disponível baseia-se, quase sempre, em testes que consideram apenas uma variável quando, na realidade, muitas outras variá-

veis estão envolvidas. A informação é disponibilizada em fragmentos. O estudo de uma variável, de forma isolada ou de cada vez, sempre é o caminho mais fácil de seguir em uma pesquisa. Sua conclusão, naturalmente, é limitada, exatamente pelo fato do comportamento material ser, na realidade nua e crua, o resultado de interações de inúmeras variáveis atuando simultaneamente.

te. Algumas vezes, apenas duas variáveis podem, de forma desproporcional, potencializar um efeito. Outras vezes, simplesmente se anulam. Um caso típico são os danos provocados às armaduras quando se aplicam barreiras à base de revestimentos cimentícios ou poliméricos, no intuito de combater a corrosão do aço. Esta antiga prática recuperativa baseia-se apenas na física do processo para justificá-la, quando, na realidade do processo instalado, uma sinistrose físico-química coletiva esperneia no sistema. Na opinião do autor, este é apenas um dos muitos casos de durabilidade nos quais fatores, ações e efeitos puramente físicos e químicos por natureza não podem ser separados, já que ambos estão unidos de forma indissolúvel, agindo de maneira simultânea, em mutirão.

Nosso conhecimento atual sobre durabilidade, tanto de forma genérica como específica, e um exemplo são as reações álcali-agregado, não confere com a quantidade de pesquisa realizada e o número de papéis publicados. O que se percebe, e os dois

Continua na pág. 34

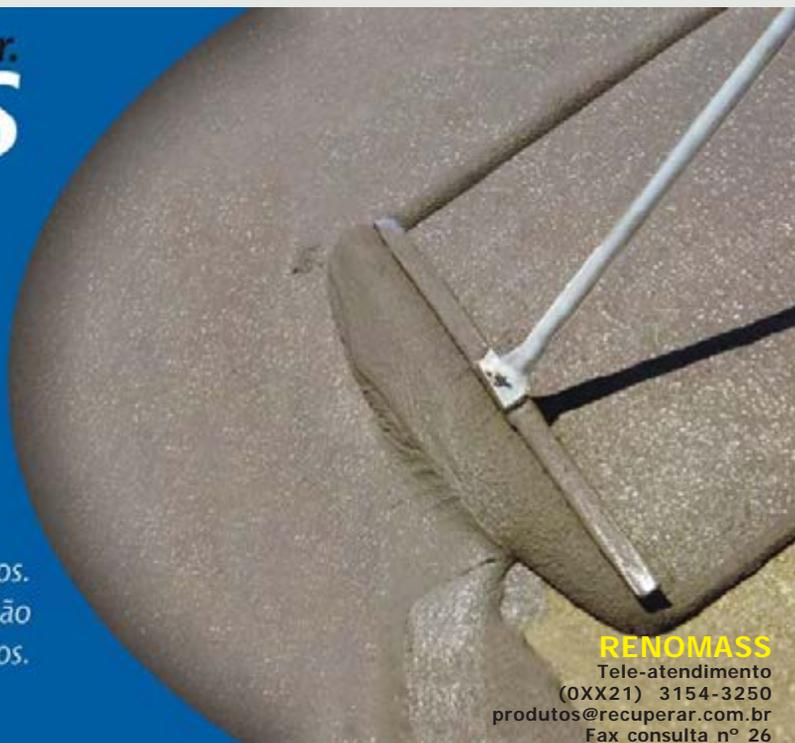
GLOSSÁRIO

Eletroquímica – parte da físico-química que estuda as propriedades eletro-eletrônicas das soluções, o comportamento dos íons em meio aquoso e a energia das pilhas. Parte da ciência que lida com transformações entre energia química e elétrica.

Quando o assunto é renovar. RENOMASS



Só adicionar água. Pega rápida em 30 minutos. Liberação para tráfego em 6 horas. Regularização de pisos comerciais e industriais, estacionamentos. Com 6 horas possui 12MPa.



RENOMASS

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 26

NÃO FIQUE PERDIDO



Trabalhos subaquáticos exigem produtos profissionais.

- Tinta epóxica à rolo.
- Massa epóxica corretiva.
- Grout cimentício.
- Grout epóxico.

Possuímos a mais moderna tecnologia e a melhor performance profissional subaquática.

PRODUTOS SUBAQUÁTICOS

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 27



Estacas-pranchas metálicas utilizadas em cais de atracação. Foi preciso algum tempo para que a estrutura mostrasse sua fragilidade à corrosão e, após serviços de preparação das superfícies fosse protegida com ZTP.

casos citados são provas incontestáveis é que quanto mais profundo o conhecimento do problema, mais complexa e dificultosa a solução.

Pesquisa, pesquisa, pesquisa...

Praticamente todos os estudos sobre a durabilidade do concreto armado-protendido utilizam apenas uma variável que leva, a tiracolo, o mesmo tipo de teste ou análise, quer dizer, molda-se o protótipo e não a conclusão verdadeira específica. Este método de estudo unidirecional não traduz o realismo do “ambiente” em que estruturas de concreto armado-protendido são projetadas, para não dizer largadas.

Perdendo de vista esta lógica do faz de conta, do unicorne, dever-se-á, para a análise ou retro análise da durabilidade de uma estrutura de concreto armado-protendido, priorizar-se o entendimento

holista, quer dizer integral, de todo o contexto. Entre os principais itens que deverão fazer parte estão a análise profunda, com as possíveis causas e efeitos, o “ambiente” em que será ou encontra-se “largada” a estrutura, seu projeto, os materiais (a serem) empregados, sua dosagem, lançamento, cura, situação eletroquímica das armaduras, cabos etc. É como homem e mulher. São diferentes, todos sabem e não há problema nisso. É o que dinamiza a relação e a torna complementar.

A deterioração acelerada das estruturas de concreto armado-protendido ocorre por muitas razões, na maioria das vezes devido a influência de fatores diversos que ocorrem de forma simultânea e/ou sucessiva. O ambiente que envolve e/ou faz contato direto com a estrutura, como mostramos, é o ponto de partida, a ponta do iceberg, senão o próprio. A falta de um diagnóstico preciso da causa do proble-

ma implica numa terapêutica equivocada, geralmente com materiais estranhos, ins-táveis ao processo, deflagrando mais incompatibilidade. A cura ou a análise de qualquer doença, no final das contas, exige o perfeito diagnóstico sem o qual, qualquer remédio, por mais caro ou sofisticado que seja, será inespecífico.

fax consulta nº 28



RECUPERAR
CONSULTA

Para ter mais informações sobre Pesquisa.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- **Patrícia Karina Tinoco** é engenheira civil especialista em polímeros.

FITA DE FIBRA DE CARBONO

STATE OF ART IN STRUCTURAL STRENGTHENING



Abre-se o sulco... ...aplica-se o epóxi... ...instala-se a fita e... ...o preenchimento final com epóxi.

Fita de Fibra de Carbono MFC com Reforço por Sulco na Superfície (RSS). Rapidez, Eficiência e Economia. Fique por dentro.

FITA DE FIBRA DE CARBONO
Tele-atendimento (0XX21) 3154-3250 Fax consulta nº 29